

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-97867

(P2000-97867A)

(43)公開日 平成12年4月7日(2000.4.7)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 1 N 21/88

G 0 1 N 21/88

6 5 0

2 G 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平10-271121

(22)出願日

平成10年9月25日(1998.9.25)

(71)出願人 595092031

ホーヤオプティクス株式会社

埼玉県入間市大字新久字下新田109番2号

(72)発明者 佐藤 芳樹

埼玉県入間市大字新久字下新田109番2号

ホーヤオプティクス株式会社内

(74)代理人 100098039

弁理士 遠藤 恭

Fターム(参考) 2G051 AA84 AB02 AB06 AB07 CA03

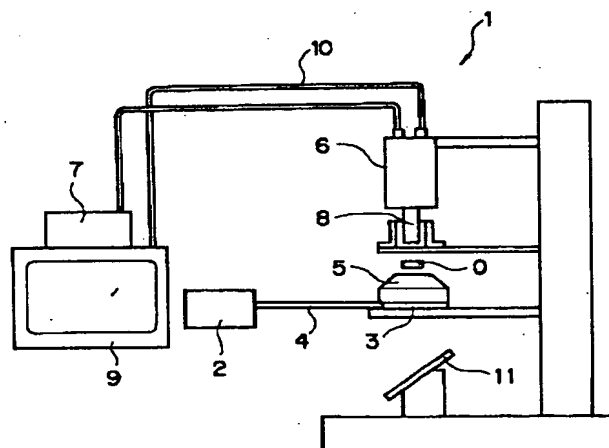
CB02 EA12 EC01

(54)【発明の名称】 透光性基板の欠陥検出装置及び方法

(57)【要約】

【課題】 透光性基板における極めて微細な欠陥を、明瞭かつ容易に検出することができる欠陥検出装置及び方法を提供する。

【解決手段】 本発明に係る欠陥検出装置1は、透光性基板0の第1の面に光を照射する照明系2～5と、透光性基板0の第1の面で反射した上記照明系からの光を吸収する光吸収フィルタ11と、上記照明系からの光により透光性基板0の第2の面に透過される光を入射し、その像を結像するレンズ8と、該結像された像を画像データに変換する撮像手段6と、その像を拡大表示するモニタ9を備える。透光性基板0に欠陥が存在する場合、照明系からの光は該欠陥位置で乱反射され、その位置に対応する撮像手段6上の対応画素への光量が変化し、これがモニタ9上に拡大して反映されることとなる。この場合において、透光性基板から反射された光は、光吸収フィルタ11によって吸収されるので、撮像手段に結像される像は暗視野となりモニタ上で該欠陥が明瞭となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 透光性基板の欠陥を検出するための欠陥検出装置において、

上記透光性基板の第1の面に光を照射する照明系と、
上記透光性基板の第1の面で反射した上記照明系からの光を吸収する光吸収フィルタと、
上記照明系からの光により上記透光性基板の第2の面に透過される光を入射し、上記透光性基板の像を結像するレンズと、

上記レンズによって結像された像を画像データに変換する撮像手段と、

上記画像データに変換された透光性基板の像を拡大表示するモニタと、を備えた欠陥検出装置。

【請求項2】 上記照明系が、上記透光性基板の第1の面側に設置され、上記透光性基板の第1の面に反射した光を通過させる開口を備えたリング状照明を備え、上記光吸収フィルタが上記開口を通過する光を吸収するように設置された請求項1記載の欠陥検出装置。

【請求項3】 上記光吸収フィルタが400～750nmの領域の光を吸収するニュートラルデンシティフィルタである請求項1又は2記載の欠陥検出装置。

【請求項4】 上記リング状照明と上記透光性基板の第1の面との間に、上記リング状照明からの光を集光して上記透光性基板の第1の面に照射させる集光フィルタを備えた請求項2又は3記載の欠陥検出装置。

【請求項5】 上記レンズがテレセントリック系レンズである請求項1、2、3又は4記載の欠陥検出装置。

【請求項6】 透光性基板の欠陥を検出するための欠陥検出方法において、

上記透光性基板の第1の面に光を照射する工程と、

上記透光性基板の第1の面で反射した光を光吸収フィルタで吸収する工程と、

上記照射された光により上記透光性基板の第2の面に透過される光をレンズに入射し、上記透光性基板の像を撮像手段に結像する工程と、

上記レンズによって結像された像を上記撮像手段で画像データに変換する工程と、

上記画像データに変換された透光性基板の像をモニタに拡大表示する工程と、を備えた欠陥検出方法。

【請求項7】 上記光吸収フィルタが400～750nmの領域の光を吸収するニュートラルデンシティフィルタである請求項6記載の欠陥検出方法。

【請求項8】 上記レンズがテレセントリック系レンズである請求項6又は7記載の欠陥検出方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、ガラスその他の透光性を有する基板における欠陥を検出するために用いられる欠陥検出装置及び方法に関するものであり、特に、透光性基板の表面及び内部に形成された極めて微細な傷

や異物の混入などの欠陥を容易に検出するに適した欠陥検出装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、ガラスその他の透光性基板（以下、被検査物という）中の極めて微細な欠陥を検出するには、一般に2通りの方法が採られていた。一つは、肉眼により検出する方法で、検査員が照明器具からの照明光を被検査物に照射し、被検査物の向きを変えながら、直接目視により欠陥を検出する方法である。他の一つは、光学顕微鏡を用いた検出方法で、顕微鏡の下に被検査物を配置し、被検査物に対して照明光を照射して、拡大された被検査物の像を観察して、欠陥を検出する方法である。

【0003】 これら従来の検出方法のうち、肉眼により欠陥を検出する方法による場合、5 μ m以下の微細な欠陥になると肉眼で発見することは極めて困難である。特に、その大きさの測定や欠陥種類の判別、すなわち、異物、点傷、線傷、扱い傷、液だれ、かん、ダスト等の判別を肉眼により行うことはほとんど不可能であった。そのため、検査員による目視によって被検査物上の欠陥を検出した後、顕微鏡を用いてその欠陥の種類を判別する必要があった。

【0004】 また、5 μ m以上の欠陥の検出においても、これを肉眼で発見するためには、検査員の欠陥検出能力を向上させることが必要であり、そのために種々のトレーニングを長期間掛けて行う必要があった。更に、長期間のトレーニングにより検査員が必要な検査能力を備えた場合であっても、検査基準には個人差が生じ、検査結果が一定しないという問題があり、また、強度な光源下での長時間における欠陥の検出作業は、検査員に極度の疲労とストレスを引き起こす。更に、肉眼による検出方法の場合、被検査物における欠陥の位置が照明光から遠くなるほど、欠陥において反射される光が弱くなるので、これらの欠陥を見落としやすくなるという問題があった。

【0005】 一方、顕微鏡を用いた欠陥の検出方法においては、その焦点を合わせるのが困難であるという問題がある。すなわち、被検査物に対する欠陥は、その表面だけでなく、内部にも形成されることがあるので、該内部の欠陥を検出するためには、被検査物の厚み方向における適当な深さ位置に細かく焦点を合わせて欠陥を検出する必要があり、そのためレンズの焦点合わせが極めて煩雑であり、これを十分に行わない場合には、内部の欠陥を見落とす危険性があった。

【0006】 また、顕微鏡を使用した欠陥検査においては、欠陥の種類判別を行えるようにレンズの倍率を高くすると、レンズの視野が極端に狭くなるという欠点がある。そのため、欠陥の検出と、その種類の判別とを同時に行うことができず、従って低倍率のレンズで欠陥を検出した後に、高倍率のレンズでその種別を判定する必要



が生じていた。この結果、顕微鏡の調整や操作が煩雑となり、欠陥検査の作業に長時間掛かっていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従って本発明の目的は、検査員の検査能力に依存することなく、また検査員に過度の負担を掛けることなく、透光性基板に存在する極めて微細な欠陥を明瞭かつ容易に検出することができる欠陥検出装置及び方法を提供することにある。

【0008】また本発明の別の目的は、透光性基板の表面及び内部における欠陥を適性に検出することができる欠陥検出装置及び方法を提供することにある。

【0009】さらに本発明の別の目的は、検査員が欠陥の検出と、その種類の判別を容易に行えるように透光性基板を表示することができる欠陥検出装置及び方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、透光性基板の欠陥を検出するための欠陥検出装置に関する。本発明の欠陥検出装置は、透光性基板の第1の面に光を照射する照明系と、上記透光性基板の第1の面で反射した上記照明系からの光を吸収する光吸収フィルタと、上記照明系からの光により上記透光性基板の第2の面に透過される光を入射し、上記透光性基板の像を結像するレンズと、上記レンズによって結像された像を画像データに変換する撮像手段と、上記画像データに変換された透光性基板の像を拡大表示するモニタとを備えて構成される。

【0011】上記欠陥検出装置を用いた透光性基板の欠陥検出において、該透光性基板に欠陥が存在する場合、照明系からの光は該欠陥位置で乱反射され、その位置に対応する撮像手段上の対応画素への光量が変化し、これがモニタ上に拡大して反映されることとなる。この場合において、上記透光性基板から反射された光は、光吸収フィルタによって吸収されるので、撮像手段に結像される像は暗視野、すなわち欠陥の位置が白く、他が黒くなるので、モニタ上で該欠陥が明瞭となる。

【0012】この場合に、上記照明系が、上記透光性基板の第1の面側に設置され、上記透光性基板の第1の面に反射した光を通過させる開口を備えたリング状照明を備え、上記光吸収フィルタが上記開口を通過する光を吸収するよう設置されることが好ましい。この配置構成によって、透光性基板に均一に光を照射することを妨げずに上記光吸収フィルタの設置が可能となる。

【0013】また、上記光吸収フィルタが400～750nmの領域の光を吸収するニュートラルデンシティフィルタであることが好ましい。

【0014】更に、上記リング状照明と上記透光性基板の第1の面との間に、上記リング状照明からの光を集光して上記透光性基板の第1の面に照射させる集光フィルタを備えることができる。集光フィルタによって透光性基板の欠陥を検出するに十分な光量が容易に得られるこ

ととなる。

【0015】また、本発明においては、上記レンズをテレセントリック系レンズとすることが好ましい。テレセントリック系レンズは焦点深度が深いので、設定を変えることなく、透光性基板の表面及び内部における異なる深さ位置の欠陥に焦点を合わせることが可能となる。

【0016】本発明はまた、透光性基板の欠陥を検出するための欠陥検出方法に関する。本発明の欠陥検出方法は、透光性基板の第1の面に光を照射する工程と、上記透光性基板の第1の面で反射した光を光吸収フィルタで吸収する工程と、上記照射された光により上記透光性基板の第2の面に透過される光をレンズに入射し、上記透光性基板の像を撮像手段に結像する工程と、上記レンズによって結像された像を上記撮像手段で画像データに変換する工程と、上記画像データに変換された透光性基板の像をモニタに拡大表示する工程とを備えて構成される。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図面に沿って詳細に説明する。図1は本発明の一実施形態に係る欠陥検出装置の概略図である。本実施形態においては、CCDカメラのカバーガラス等に用いられるガラス基板における欠陥を検出するに適した欠陥検出装置に沿って、本発明を説明する。もっとも、本発明がこのようなガラス基板に限らず他の透光性基板、例えばマスクブランク、ガラス製磁気ディスク基板、ガラス製プリント配線基板等における欠陥を検出するための欠陥検出装置に広く適用できることは、以下の説明から明らかにされるであろう。

【0018】本実施形態に係る欠陥検出装置1は、基本的に、透光性基板である被検査物Oに光を照射する照明系、照射された光によって被検査物Oの像を撮影する撮影系、及び撮影された像を観察するための観察系を備えて構成される。図に示すように、欠陥検出装置1は、その照明系として、ハロゲンランプからなる光源2、リング状光ファイバ3、光ファイバケーブル4及び集光フィルタ5を備える。光源2から発生された光は、光ファイバケーブル4を介して、リング状光ファイバ3に導かれる。後に詳細に説明するように、リング状光ファイバ3は、その周端縁から上方に向けて均一の光を照射可能にするもので、その上に設置された集光フィルタ5を介して、均一な光を被検査物Oの下面側に照射する。

【0019】欠陥検出装置1は、その撮影系として、CCDカメラ6、その電源7及びテレセントリックズームレンズ8を備える。CCDカメラ6は、受光素子をチップ上に二次元的に配列して形成した半導体撮像素子を用いたカメラである。CCDカメラ6は、テレセントリックズームレンズ8によって結像された被検査物Oの像を画像データ、すなわちデジタル処理可能な2値データに変換する。CCDカメラ6の解像能力は、内蔵されたチ

ップの画素数と画素サイズにより決まるが、検出しようとする欠陥の最小サイズを考慮してこれらの値を決定することが好ましい。

【0020】テレセントリックズームレンズ8は、上記CCDカメラ6の前方に固定されたテレセントリック系のレンズである。このレンズの光学的な特徴は、焦点深度が深く、焦点合せの誤差によって結像倍率に変化が生じない点にある。従って、テレセントリックズームレンズ8をCCDカメラ6に対する結像レンズとして用いることにより、被検査物Oに存在する欠陥の深さ位置に拘わらず、概略その焦点を合わせることが可能となる。すなわち、一度このレンズの焦点位置をセットすれば、どの深さにある欠陥に対しても焦点調整を行うことなく、その欠陥の存在及び具体的な形状を、後に説明するモニター9上で明瞭にすることができる。このことは逆に、最初の焦点設定に多少のずれがあっても、欠陥の検出上支障がないことを意味する。テレセントリックズームレンズ8は、被検査物Oの像を縮小倍率でとらえて、被検査物Oの全体像をCCDカメラ6上に結像する。

【0021】欠陥検出装置1は、その観察系として、モニター9を備える。モニター9は、CCDカメラ6で取得された被検査物Oの全体像を拡大表示し、検査員による目視検査を可能にするためのものである。CCDカメラ6で生成された画像データは、BCNケーブル10を介してモニター9に伝送され、ここで所定の画像処理を施されてその表示サイズに応じて伸長されモニター9上に表示される。例えば、1/2インチのCCDチップ（対角長約9mm）を有するCCDカメラ6で取得した被検査物Oの画像データを14インチサイズ（対角長約355.6mm）のモニター9上で全画面表示した場合、被検査物Oにおける欠陥は、約20倍に拡大されてモニター9上に表示される。すなわち、被検査物Oの欠陥は、テレセントリックズームレンズ8で1/2に縮小してとらえられるが、CCDチップの40倍の対角サイズを有するモニター9に映し出されることによって20倍となる。そのため、5 μ mの欠陥は0.1mmほどに拡大され、検査員による目視が容易となる。

【0022】本発明において欠陥検出装置1は、更に、光吸収フィルタとしてのニュートラルデンシティフィルタ11を備える。ニュートラルデンシティフィルタ11は、上記リング状光ファイバ3の下方、すなわち被検査物Oに関し、上記撮影系の対向側に設置されている。ニュートラルデンシティフィルタ11は、上記リング状光ファイバ3から被検査物Oに照射されその下面で反射された可視光、すなわち400～750nmの領域の光を吸収し、CCDカメラ6に結像される像を暗視野にするよう機能する。すなわち、リング状光ファイバ3から照射された光は、透光性を有する被検査物Oの上面側に透過しテレセントリックズームレンズ8に導かれる一方で、被検査物Oの下面側で反射される。この反射光は、後に説明す

る集光フィルタ5の開口5aを通過し、ニュートラルデンシティフィルタ11に投射される。ここでニュートラルデンシティフィルタ11は、光の入射角に対しそのフィルタ面が約45度になるように設置されており、ここに入射した光は完全に吸収され、被検査物Oへの反射光が全面的にカットされることとなる。その結果、CCDカメラ6に結像される被検査物Oの像は全体的に暗くなり、その欠陥の箇所だけが白く明瞭に浮かび上がるようになる。

【0023】次に、図2に沿って上記照明系の詳細について説明する。図2は、リング状光ファイバ3及び集光フィルタ5をその光軸に沿って切断した拡大端面図である。リング状光ファイバ3は、光ファイバケーブル4と一体成形され、光ファイバケーブル4を介して導かれた光源2からの光を、ここから外部へ照射する。すなわち、リング状光ファイバ3は、その上側周端面3aを照射面とし、そこから光が斜め上方へ照射され、テレセントリックズームレンズ8の光軸に集光するよう設計されている。

【0024】一方、集光フィルタ5は、上記リング状光ファイバ3の上部に設置されたガラス部材である。集光フィルタ5は、リング状光ファイバ3に対し、その下端を螺合して一体にされ、相互の接合部分から光が外部に漏れないようにされている。集光フィルタ5は、その上部中央を開口5aとし、またその内周面側にはそこにアルミニウム又はクロムをめっきしてなる光の反射面5bが形成されている。上記リング状光ファイバ3から上部へ照射された光は、集光フィルタ5の反射面5bに反射され、図において矢印で示すように、開口5aの上部へ集光される。従って、この位置に被検査物Oを配置することによって、被検査物Oには集光された光が均一に照射されることとなる。このように、集光フィルタ5は、リング状光ファイバ3からの光を効率的に被検査物Oに集め、光を無駄なく欠陥検出のために使用することを可能とする。

【0025】次に、上記欠陥検出装置を用いて被検査物O内の欠陥を検出する方法について説明する。照明光は、光源2により光ファイバケーブル4を介してリング状光ファイバ3に伝えられる。リング状光ファイバ3に伝えられた光は、その上側周端面3aから照射され、集光フィルタ5の反射面5bで反射され、開口5aからその上部に集光される。検査員がピンセットその他の器具を用いて、この光が集光される位置に被検査物Oを配置することによって、被検査物Oの下面全域に均一で強い光が照射される。基本的に、被検査物Oの下方から照射された光は、被検査物Oを透過してテレセントリックズームレンズ8に導かれる。

【0026】図3で模式的に示すように、被検査物Oの表面或いは内部に欠陥Xがある場合、その位置に入射した光は、乱反射されテレセントリックズームレンズ8に



導かれない。テレセントリックズームレンズ8は光軸に平行な光のみを選択的に透過し結像するので、テレセントリックズームレンズ8においては、欠陥のある部分とない部分とで光の強弱によるコントラストが生じる。

【0027】一方で、被検査物Oに集光された光の一部は、被検査物Oで反射される。反射された光は、上記集光フィルタ5の開口5aを通過し、その下方に設置されたニュートラルデンシティフィルタ11に入射され、吸収される。その結果、上記テレセントリックズームレンズ8に入射された光が暗い像となり、光が入射されていない部分の像が白くなる。このとき、テレセントリックズームレンズ8における被検査物Oの二重写しも防止できる。

【0028】テレセントリックズームレンズ8に入射された光、すなわち被検査物Oの像は、電源7をオンすることにより起動されたCCDカメラ6の撮像面に結像される。CCDカメラ6に結像された被検査物Oの像は、

ここで画像データに変換され、BCNケーブル10を介してモニタ9に入力される。モニタ9に入力された画像データは、ここで所定の画像処理を施されてその表示サイズに応じて伸長され表示される。検査員は、モニタ9上に拡大された被検査物Oの像を観察することによって、その上の欠陥を検出し、その種類判別を行う。

【0029】

【実施例】38万画素、チップサイズ1/2インチのCCDカメラ、光学倍率が0.5倍のテレセントリックズームレンズ、14インチのモニタ、50万ルクスのコールドライ光源（被検査物近傍では15万ルクス）及び直径30mmのリング状光ファイバを使用して上記欠陥検出装置を作成し、11.2mm角、厚さ0.8mmの表面研磨されたガラス基板508枚について、欠陥検出を行った。その結果を表1に示す。

【0030】

【表1】

欠陥種類	異物	点傷	線傷	擦り傷	液だれ	カン	ダスト
対象枚数	63	27	16	14	8	1	13
全体に対する割合(%)	12.4	5.3	3.1	2.7	1.5	0.1	3.5

【0031】表1に示すように、508枚中、142枚（28.5%）のガラス基板について欠陥が認められた。表1に示した欠陥は、ほとんどが2～5μmのものであったが、本欠陥検出装置を用いることにより、これらの種別を容易に判別することができた。

【0032】以上、本発明の一実施形態を図面に沿って説明した。しかしながら、本発明は上記実施形態に示された事項に限定されず、特許請求の範囲の記載に基づいてその変更、改良が可能である。例えば、検査する欠陥画像の倍率を更に上げるためには、20インチ、42インチの大型のモニタを用いればよい。また、本実施形態においては、被検出物の撮影系として、CCD型固体撮像素子を使ったカメラを用いた例を示したが、他の撮像手段、例えばチューブ型やMOS型の撮像素子を用いてもよい。

【0033】

【発明の効果】以上の如く本発明によれば、透光性基板における極めて微細な欠陥を、検査員の検査能力に依存することなく、また検査員に過度の負担を掛けることなく、明瞭かつ容易に検出することができる。すなわち、モニタ上に映し出される透光性基板の像は暗視野となり、欠陥が白い像として浮き上がるので、その検出及び検査が極めて容易となる。

【0034】また、モニタ上には、透光性基板の全体の像が拡大して映し出され、その上のすべての欠陥が一度に検出及び検査可能となり、作業性が極めて向上する。

【0035】更に、テレセントリック系レンズを用いた本発明においては、欠陥が透光性基板のどの深さ位置に

あっても、概略その欠陥に焦点を合わせることが可能であり、よって、欠陥を確実、正確に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る欠陥検出装置の概略図である。

【図2】リング状光ファイバ及び集光フィルタをその光軸に沿って切断した拡大端面図である

【図3】透光性基板に欠陥がある場合のテレセントリックズームレンズに入射される光の様子を模式的に示した図である。

【符号の説明】

- 1 欠陥検出装置
- 2 光源
- 3 リング状光ファイバ
- 3a 上側周端面
- 4 光ファイバケーブル
- 5 集光フィルタ
- 5a 開口
- 5b 反射面
- 6 CCDカメラ
- 7 電源
- 8 テレセントリックズームレンズ
- 9 モニタ
- 10 BCNケーブル
- 11 ニュートラルデンシティフィルタ
- O 被検査物

